

01 P 2893



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 03 427 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 02 J 7/14**  
H 02 M 3/00

21 Aktenzeichen: 199 03 427.3  
22 Anmeldetag: 29. 1. 1999  
43 Offenlegungstag: 3. 8. 2000

DE 199 03 427 A 1

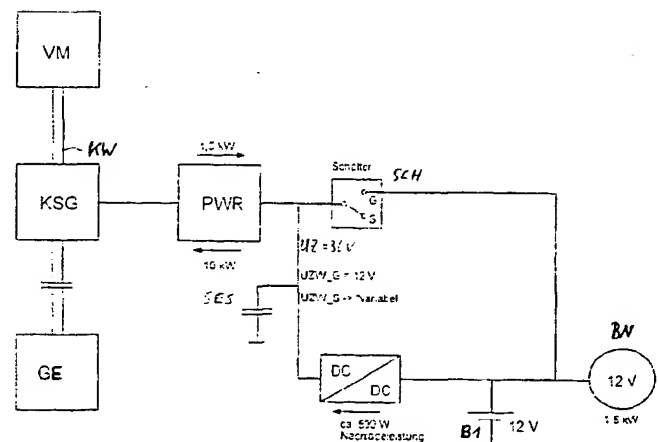
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Eisenhardt, Martin, 71272 Renningen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Einrichtung zur Ladung eines Kondensators

57 Es wird eine Einrichtung zur Ladung eines Kondensators, insbesondere eines Kondensatorzwischenspeichers bei einem Kurbelwellen-Starter-Generator bei einem Verbrennungsmotor, beschrieben, bei der der Kondensator direkt mit einem Gleichspannungswandler in Verbindung steht, der so geregelt wird, daß er dem Kondensator einen zeitlich konstanten Strom oder eine zeitlich konstante Leistung zuführt. Im Startfall gibt der Kondensatorzwischenspeicher über eine Pulswechselrichterbrücke elektrische Leistung an die elektrische Maschine, so daß diese als Starter arbeitet und den Verbrennungsmotor in Drehung versetzt. Im Normalbetrieb arbeitet die elektrische Maschine als Generator und der Pulswechselrichter dient als Gleichrichter. Durch eine geeignete Ansteuerung des Pulswechselrichters läßt sich der einzusetzende Spannungswandler als Hochsetzsteller aufbauen, wobei als Induktivität für den Hochsetzsteller wenigstens eine Strangwicklung des Generators verwendet wird.



DE 199 03 427 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Ladung eines Kondensators, insbesondere eines als Zwischenspeicher dienenden Kondensators bei einem Kurbelwellen-Starter-Generator bei einer Brennkraftmaschine.

## Stand der Technik

Für die schnelle und optimale Ladung von Kondensatoren gibt es eine Vielzahl von Schaltungsvarianten, die jeweils geeignet sind, spezielle Kondensatoren unter bestimmten Bedingungen optimal zu laden. Besonders in Verbindung mit einem Kraftfahrzeugbordnetz, bei dem ein von der Brennkraftmaschine angetriebener Generator für die Spannungsversorgung eingesetzt wird, werden besondere Anforderungen an die Ladung eines Zwischenkreiskondensators gestellt.

Für Drehstromgeneratoren, die gleichzeitig auch als Starter betrieben werden, ist es vorteilhaft, einen Zwischenkreiskondensator einzusetzen. Eine Vorrichtung zur Spannungsversorgung, die eine elektrische Maschine umfaßt, die sowohl als Generator als auch als Starter arbeitet und mit einem Zwischenkreiskondensator in Verbindung steht, ist beispielsweise aus der DE-OS 196 46 043 bekannt. Damit die Maschine sowohl als Starter als auch als Generator arbeiten kann und zur optimalen Regelung der Ausgangsspannung des Generators ist die elektrische Maschine über eine gesteuerte Gleichrichterbrücke mit dem Zwischenkreiskondensator und dem sich anschließenden Bordnetz verbunden. Die Gleichrichterbrücke umfaßt dabei 6 Pulswechselrichter-Elemente, die beispielsweise vom Steuergerät der Brennkraftmaschine oder von einem Bordnetzsteuergerät angesteuert werden. Die bekannte Vorrichtung zur Spannungsversorgung weist zwar einen Zwischenkreiskondensator auf, hinsichtlich einer optimalen Ladestrategie für den Kondensatorzwischenspeicher werden jedoch keine Informationen gegeben.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, einen solchen Zwischenkreiskondensator möglichst schnell und optimal zu laden, wobei zu berücksichtigen ist, daß die elektrische Maschine sowohl als Starter für den Verbrennungsmotor als auch als Generator zur Spannungserzeugung betrieben werden soll und daher bestimmte Rahmenbedingungen einzuhalten sind. Ein Einsatz bei einem Kurbelwellen-Starter-Generator (KSG) soll speziell ermöglicht werden.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Ladung eines Kondensators mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß der Kondensator schnell und zuverlässig geladen wird. Erzielt wird dieser Vorteil, indem eine angepasste Spannungsregelung durchgeführt wird.

Besonders vorteilhaft läßt sich die erfindungsgemäße Einrichtung zur Ladung eines Kondensators in Verbindung mit einem Kondensatorzwischenspeicher in einem Kraftfahrzeugbordnetz, das von einem Drehstromgenerator versorgt wird, einsetzen. Vorteilhafterweise wird die Erfindung bei elektrischen Maschinen mit Kondensatorzwischenspeicher eingesetzt, die als Starter-Generator arbeiten sollen und sowohl zum Starten des Verbrennungsmotors als auch zur Erzeugung von elektrischer Energie benötigt werden. Als besonders vorteilhafte Ausführungsform ist ein Kurbelwellen-Starter-Generator mit Kondensatorzwischenspeicher sowie einem zugeordneten Gleichspannungswandler anzusehen, wobei die optimale Ladung des Kondensatorzwischenspeichers erfolgen kann, ohne daß hinsichtlich der übrigen Bestandteile der Generatoranordnung Einschränkungen zu machen sind.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Im einzelnen zeigt Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Erfindung mit einem Kurbelwellen-Starter-Generator, einem Startspeicher und den erfindungswesentlichen Komponenten des Bordnetzes.

In den Fig. 2, 3, und 4 sind Beispiele für Ladeeinrichtungen für einen Kondensator dargestellt. Fig. 5 zeigt eine weitere Anordnung eines Kurbelwellen-Starter-Generators mit Kondensatorzwischenspeicher, Gleichspannungswandler und Bordnetzkomponenten. Fig. 6 zeigt eine Schaltung eines Hochsetzstellers. Fig. 7 den Aufbau des Pulswechselrichters in Verbindung mit dem Generator und der Batterie. Fig. 8 zeigt eine Ausgestaltung eines Hochsetzstellers unter Verwendung der Stranginduktivitäten des Generators und Fig. 9 eine weitere Ausführungsform der Pulswechselrichtereinheit in Verbindung mit dem Generator, der Bordnetzbatteie und dem Kondensatorzwischenspeicher.

## Beschreibung

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel zeigt einen Kurbelwellen-Starter-Generator KSG, der von einem Verbrennungsmotor VM eines Fahrzeugs angetrieben wird. Über ein Getriebe GE wird die Verbindung zum Antriebsstrang des Fahrzeugs hergestellt. Der Kurbelwellen-Starter-Generator KSG ist eine elektrische Maschine, die sowohl als Starter als auch als Generator arbeiten soll. Der Rotor der elektrischen Maschine ist starr mit der Kurbelwelle KW des Verbrennungsmotors VM verbunden. Die elektrische Maschine startet den Verbrennungsmotor im Startfall und versorgt nach dem Start das Bordnetz BN mit elektrischer Energie. Mit dem dargestellten System soll auch ein Direktstart möglich sein, in diesem Fall muß die elektrische Maschine das notwendige Startdrehmoment direkt, also ohne Übersetzungsgetriebe aufbringen können.

Das Start-Drehmoment ist im wesentlichen abhängig von der Größe des Verbrennungsmotors, beispielsweise vom Hubraum oder von der Zylinderzahl des Verbrennungsmotors und von der Übersetzungsgetriebe aufbringen können. Das Start-Drehmoment ist im wesentlichen abhängig von der Größe des Verbrennungsmotors, beispielsweise vom Hubraum oder von der Zylinderzahl des Verbrennungsmotors und von der Umgebungstemperatur. Bei üblichen Kaltstartgrenztemperaturen von -25 Grad C benötigt ein Vierzylindermotor mit 2 l Hubraum ein Startdrehmoment von ca. 200 Nm. Dieses

Startdrehmoment muß bis zu einer Kurbelwellendrehzahl von etwa 150 Umdrehungen/Min. konstant bleiben, anschließend reicht eine etwa konstante mechanische Startleistung von bspw. 3,14 kW bis zu einer Kurbelwellendrehzahl von etwa 400 Umdrehungen/Min. (Hochlaufunterstützung). Bedingt durch diese Startcharakteristik sollte der Verbrennungsmotor bei Kaltstart nach maximal 2 Sekunden Startzeit sicher gestartet sein.

Da die elektrische Maschine primär für den Generatorfall ausgelegt wird, hat sie zusammen mit dem zu deren Betrieb notwendigen Pulswechselrichter PWR im Startfall einen schlechten Wirkungsgrad von beispielsweise 30%. Die notwendige Leistung eines Startenergiespeichers SES beträgt somit etwa 10 kW, die notwendige Startenergie beträgt damit ca. 20 kW. Diese Leistung ist mit üblichen 12 Volt-Speichern derzeit nicht darstellbar. Da außerdem für den Betrieb einer solchen elektrischen Maschine eine Zwischenkreisspannung am Pulswechselrichter PWR von  $U_z = 36$  Volt benötigt wird, kann als Zwischenkreisspeicher keine herkömmliche Batterie eingesetzt werden, sondern es ist vorteilhaft, einen Kondensator mit ausreichend großer Kapazität einzusetzen. Für die Funktionsfähigkeit der Anordnung und die im folgenden beschriebenen Überlegungen wird von einer Kapazität von 133 Microfarad bei einer Ladeschlußspannung (Kondensatorendspannung von  $U_{ce} = 550$  Volt ausgegangen.

Im Startfall steht der Schalter SCH auf Startbetrieb (S). Der Kondensator SES muß zunächst nach Betätigen des Zündschalters geladen werden, erst dann kann der Start erfolgen. Da es somit erforderlich ist, den Kondensator SES möglichst schnell zu laden, wurden erfindungsgemäß verschiedene Ladestrategien entwickelt, die eine möglichst kurze Ladezeit zulassen. Dies ist insbesondere auch für einen Zweitstart des Verbrennungsmotors wichtig, wenn anzunehmen ist, daß der Kondensator weitgehend entladen ist. Damit für den Erststart genügend Leistung zur Verfügung steht, wird der Kondensator während des Stillstands des Fahrzeuges in geladenem Zustand gehalten und ggf. auch nachgeladen.

Üblicherweise werden Kondensatoren (z. B. Stützkondensatoren bei PWR) über einen Vorwiderstand  $R_v$  an einer konstanten Spannung geladen. Damit ergibt sich die Konfiguration nach Fig. 2. Die Ausgangsspannung des DC : DC-Wandlers  $U_{DC : DC}$  ist konstant. (gleich  $U_{ce}$ ) Der DC : DC-Wandler muß folgende Leistung abgeben können:

$$P_{DC : DC}(t) = U_{CE} * (U_{CE} - U_{CA}) / R_v * \exp(-t/\tau), \tau = R_v * C$$

$P_{DC : DC}(t)$ : Leistung des DC : DC-Wandlers

$U_{CE}$ : Endspannung des Kondensators

$U_{CA}$ : Ausgangsspannung des Kondensators

$R_v$ : Vorwiderstand

Die Verlustleistung im Vorwiderstand beträgt:

$$P_{RV}(t) = (U_{CE} - U_{CA})^2 / R_v * \exp(-2*t/\tau)$$

Die Energie, die der DC : DC-Wandler liefern muß, beträgt:

$$e_{DC : DC}(t) = C * U_{CE} * (U_{CE} - U_{CA}) * [1 - \exp(-t/\tau)]$$

Die ohmschen Verluste betragen:

$$e_{RV}(t) = \frac{1}{2} * C * (U_{CE} - U_{CA})^2 * [1 - \exp(-2*t/\tau)]$$

Das ist das bekannte Ergebnis, daß im Vorwiderstand unabhängig von dessen Größe genauso viel "Verlustenergie" in Wärme umgesetzt wird, wie im Kondensator gespeichert wird.

Bei dieser Ladestrategie muß der DC : DC-Wandler für eine Spitzenleistung von ca. 11 kW ausgelegt sein, damit der Kondensator nach 10 s auf ca. 95% seiner Endspannung aufgeladen ist. ( $U_{CE} = 550$  V,  $U_{CA} = 40$  V). Bei einer Spitzenleistung von 500 W dauert der Ladevorgang ca. 3 ½ Minuten.

Eine Verbesserung läßt sich erzielen, wenn der Kondensator mit einem konstanten Strom ohne Vorwiderstand geladen wird. Die Ausgangsspannung des DC : DC-Wandlers ist dann nicht konstant. Damit ergibt sich die Konfiguration nach Fig. 3. Der DC : DC-Wandler muß ff. Leistung abgeben können:

$$P_{DC : DC}(t) = C * [(U_{CE} - U_{CA}) / t_{Lade}]^2 * t + C * U_{CA} * (U_{CE} - U_{CA}) / t_{Lade}$$

$t_{Lade}$ : Ladezeit

Die Energie, die der DC : DC-Wandler liefern muß, beträgt:

$$e_{DC : DC}(t) = \frac{1}{2} * C * [(U_{CE} - U_{CA}) / t_{Lade}]^2 * t^2 + C * U_{CA} * (U_{CE} - U_{CA}) / t_{Lade} * t$$

Bei einer Ladezeit von  $t_{Lade} = 10$  s muß der DC : DC-Wandler jetzt nur noch für eine Spitzenleistung von ca. 3,6 kW ausgelegt sein. Bei einer Spitzenleistung von 500 W dauert der Ladevorgang noch ca. 70 s.

Eine weitere Verbesserung ergibt sich, wenn der Kondensator mit konstanter Leistung geladen wird. Dann ist das Produkt von Ausgangsspannung und Ausgangsstrom konstant. Damit ergibt sich die Konfiguration nach Fig. 4.

Der DC : DC-Wandler gibt ff. Leistung ab.

$$P_{DC : DC} = U_{DC : DC}(t) * i_{DC : DC}(t) = \text{konstant.}$$

Die Energie beträgt:

$$e_{DC : DC}(t) = P_{DC : DC} * t$$

Bei einer Ladezeit von  $t_{Lade} = 10$  s muß der DC : DC-Wandler jetzt nur noch für eine Spitzenleistung (= Dauerlei-

stung) von 2 kW ausgelegt sein. Bei einer Spitzenleistung von 500 W dauert der Ladevorgang noch 40 s.

Für die Erzielung einer optimalen Ladestrategie gilt:

Der DC : DC-Wandler wird so aufgebaut, daß auf  $u_{DC} : DC(t) \cdot i_{DC} : DC(t) = \text{konstant}$  geregelt wird. Damit muß der Wandler nur für eine Dauerleistung ausgelegt werden.

Die Ladezeit eines Kondensators wird bei einem auf konstante Ausgangsleistung geregelten DC : DC-Wandler gegenüber einem auf konstanten Strom oder gar konstante Spannung geregelten DC : DC-Wandlers deutlich reduziert. Es tritt keine Spitzenleistungsbeanspruchung des Wandlers auf. Die aufgetretenen Verluste sind kleiner als bei Ladung mit konstanter Spannung, bei der der Verlust so groß sein kann, wie die gespeicherte Energie.

Vergleichstabelle: (Die Ladezeit bzw. die Ladeleistung des auf konstante Ausgleichsleistung geregelten DC : DC-Wandlers ist zu 1 gesetzt).

#### a) Ladungszeit gegeben

Ladungsprinzip:  $U_{DC:DC} = \text{konst.}$   $I_{DC:DC} = \text{konst.}$   $P_{DC:DC} = \text{konst.}$

relative

Ladeleistung:	5,25	1,75	1
---------------	------	------	---

#### b) Ladeleistung gegeben

Ladungsprinzip:  $U_{DC:DC} = \text{konst.}$   $I_{DC:DC} = \text{konst.}$   $P_{DC:DC} = \text{konst.}$

relative

Ladezeit:	5,25	1,75	1
-----------	------	------	---

In Fig. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel in der Erfindung dargestellt, das im wesentlichen die selben Elemente aufweist wie das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, diese Elemente tragen auch dieselben Bezeichnungen. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird jedoch über den Schalter SCH eine höhere Spannung geschaltet, die beispielsweise 180 Volt beträgt. Die Zwischenkreisspannung UZW-G im Generatorfall beträgt dabei 180 Volt, die Zwischenkreisspannung im Startfall UZW-S ist variabel.

Bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird ebenso wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ein Gleichspannungswandler DC/DC-Wandler verwendet, der als Hochsetzsteller arbeitet. Ein Beispiel für einen Hochsetzsteller ist in Fig. 6 dargestellt. Die Spannung  $U_2$  ist dabei größer als die Spannung  $U_1$ . Solange der Schalter T geschlossen ist treibt die Spannung  $U_1$  den Strom in die Induktivität L, es wird magnetische Energie eingespeichert.

Die Diode leitet während dieser Phase nicht. Wird der Schalter T, bspw. ein Transistor geöffnet, dann muß der Strom über die Diode D in den Kondensator C fließen. Die in der Induktivität gespeicherte Energie wird auf den Kondensator C übertragen. Die Spannung  $U_2$  wird dabei größer als die Spannung  $U_1$ .

Wird der im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 oder 5 ohnehin vorhandene Pulswechselrichter PWR in der in Fig. 7 dargestellten Weise aufgebaut, läßt sich ein Hochsetzsteller aufbauen, der ohne zusätzliche Induktivität auskommt. Zusätzlich zu den 6 Leistungsschaltern (Transistoren) T1 bis T6 mit den zugehörigen antiparallelen Dioden D1 bis D6 wird noch der Schalter (Transistor) T7 eingesetzt. Dieser Schalter T7 wird mit einer Phase der Drehstrommaschine verbunden. Die positive Elektrode der 12 Volt Batterie B1 wird in gezeigter Weise mit dem anderen Anschluß des Schalters T7 verbunden. Die negative Elektrode der 12 Volt Batterie B1 wird mit dem unteren Anschluß der drei Halbbrücken und damit natürlich auch mit dem Kondensatorzwischenpeicher KZS verbunden.

Arbeitet der Pulswechselrichter jetzt als Gleichspannungswandler (DC/DC-Wandler) um den Kondensatorzwischenpeicher KZS zu laden ist der Schalter T7 geschlossen. In diesem Fall sind nur der Schalter T4 und die Diode D1 aktiv. Die Schalter T1, T2, T3, T5 und T6 sind ständig geöffnet. Es ergibt sich somit eine Konfiguration wie sie in Fig. 8 dargestellt ist. Strang 1 und Strang 3 der Drehstrommaschine sind dabei in Reihe geschaltet und bilden eine Induktivität, die die Induktivität L nach Fig. 6 ersetzen kann. Der Schalter T4 stellt den Schalter T nach Fig. 6 dar. Die Diode D1 entspricht der Diode D und der Kondensatorzwischenpeicher KZS entspricht nun dem Kondensator C nach Fig. 6, der an der höheren Spannung  $U_2$  liegt.

Anstelle des Schalters T4 und der Diode D1 könnte auch der Schalter T5 und die Diode D2 verwendet werden, wodurch sich eine Reihenschaltung von Strang 2 und Strang 3 ergäbe. Durch Anschluß des Schalters T7 an eine anderen Phase der Drehstrommaschine können andere Kombinationen eingestellt werden, wodurch im Prinzip verschiedene Induktivitäten einstellbar sind, die zu unterschiedlichen Spannungserhöhungen am Ausgang des Hochsetzstellers führen.

Ein derart aufgebauter Hochsetzsteller ist zwar nicht potentialtrennend, dies ist jedoch auch nicht erforderlich, sofern die Spannung  $U_2$  die am Kondensatorzwischenkreis liegt unter 65 Volt bleibt. Sollen am Zwischenkreiskondensator höhere Spannungen anliegen, muß eine zweipolige Trennung der 12 Volt Batterie B1 vom Rest des Bordnetzes BN während des Ladevorganges erfolgen und der zweipolig trennbare Anschluß der Batterie B1 am Pulswechselrichter muß entsprechend der Schaltung nach Fig. 9 ausgestaltet werden. Im Unterschied zur Schaltungsanordnung nach Fig. 7 ist ein zusätzlicher Schalter (Transistor) T8 vorhanden, der den Minusanschluß der 12 Volt Batterie B1 vom Pulswechselrichter abtrennen kann.

Zur Ladung des Zwischenkreiskondensators KZS über den Pulswechselrichter PWR auf eine Spannung, die höher ist als die übliche Bordnetzspannung werden nur die Bauelemente verwendet, die ohnehin vorhanden sind. Zusätzlich wird je nach Aufwand nur ein bzw. zwei (bei notwendiger Potentialtrennung) Schalter bzw. Transistoren benötigt. Die Ver-

wendung der Induktivität der Stränge der Die Ausführungsbeispiele befassen sich zwar mit der Ladung eines Zwischenkreiskondensators bei einem Kurbelwellen-Starter-Generator (KSG), die Erfindung ist jedoch nicht auf ein solches System beschränkt, sondern kann generell für die Ladung von Kondensatoren eingesetzt werden.

# Patentansprüche

1. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators, insbesondere eines Kondensators oder eines Kondensatorzwischen-  
speichers bei einer Generatoranordnung in einem Fahrzeugbordnetz, in dem der Kondensator mit einem von einer  
Spannungsquelle, insbesondere vom Generator versorgten Gleichspannungswandler in Verbindung steht, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, daß der Kondensator direkt mit dem Gleichspannungswandler verbunden ist und dieser so gere- 10  
gelt wird, daß er dem Kondensator einen zeitlich konstanten Strom oder eine zeitlich konstante Leitung zuführt.
2. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Generatoranord-  
nung eine elektrische Maschine ist, die als Starter-/Generator arbeitet und über eine Pulswechselrichterbrücke mit  
dem Kondensator oder dem Kondensatorzwischenpeicher und dem Gleichspannungswandler in Verbindung steht  
und über einen Schalter SCH bei Generatorbetrieb mit dem Bordnetz BN verbindbar ist. 15
3. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator als Startspeicher dient und bei Starterbetrieb seine elektrische Leistung über die Pulswechselrichterbrücke in  
die als Starter arbeitende elektrische Maschine abgibt und diese in Rotation versetzt.
4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator ein Kurbel-  
wellen-Starter-Generator ist, der direkt mit der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine in Verbindung steht und von 20  
dieser im Generatorbetrieb direkt angetrieben wird um im Starterbetrieb diese in Rotation versetzt.
5. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Spannung des Startspeichers etwa der Bordnetzspannung entspricht.
6. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Spannung des Startspeichers deutlich höher ist als die Bordnetzspannung und die höhere Spannung vom Generator 25  
über die Pulswechselrichterbrücke geliefert wird, wobei der Kondensatorzwischenpeicher sowohl mit der Puls-  
wechselrichterbrücke als auch über einen Schalter SCH mit dem auf höherer Spannung liegenden Anschluß des  
Gleichspannungswandlers verbunden ist.
7. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Gleichspannungswandler als Hochsetzsteller arbeitet. 30
8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Induktivität für den  
Hochsetzsteller wenigstens eine Phasenwicklung des Generators verwendet wird, wobei die Zuschaltung der Pha-  
senwicklung durch Ansteuerung wenigstens eines dem Pulswechselrichters zugeordneten Transistors erfolgt.
9. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Pulswechsel-  
richter 6 Pulswechselrichterelemente umfaßt, die jeweils einen Transistor und eine Diode aufweisen und jeweils die 35  
Verbindungspunkte zweier in Serie liegender Pulswechselrichterelemente mit einem Strang des Generators (Asyn-  
chronmaschine) verbunden sind und daß eine Batterie mittels eines Schalters T7 parallel zu wenigstens einem Puls-  
wechselrichterelement schaltbar ist.
10. Einrichtung zur Ladung eines Kondensators nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung  
zwischen dem negativen Pol der Batterie und der Masseseite der Pulswechselrichterelemente mittels eines Schal- 40  
ters T8 auftrennbar ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

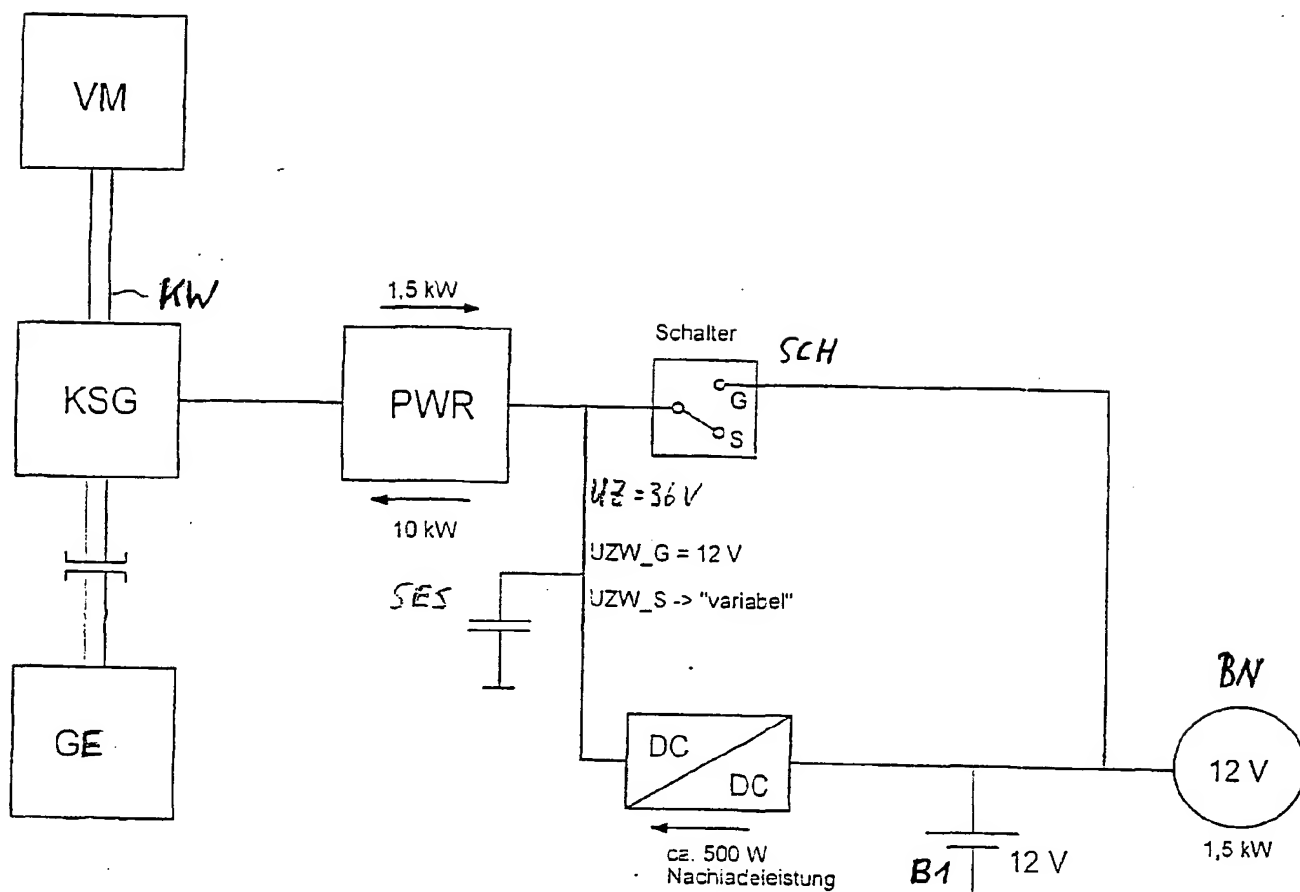


Fig 1

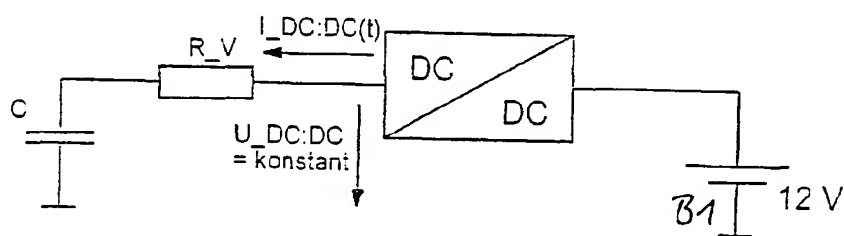


Fig 2

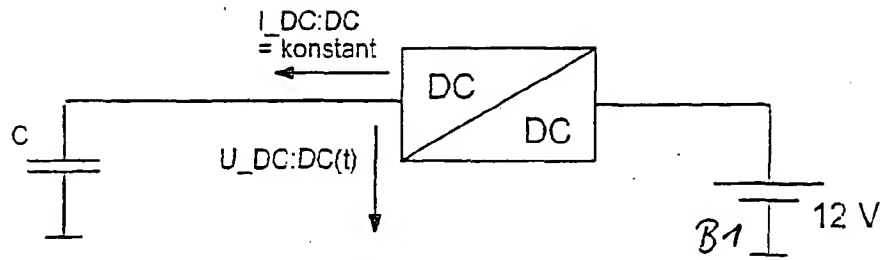


Fig 3

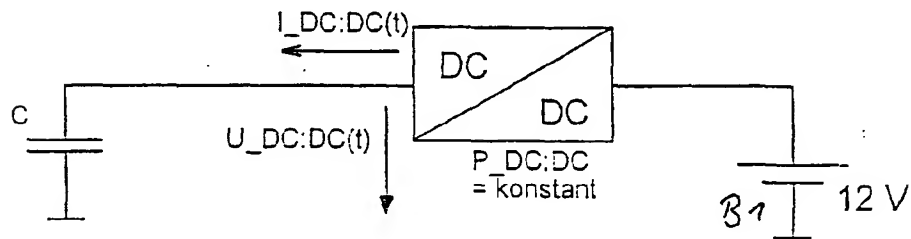


Fig 4

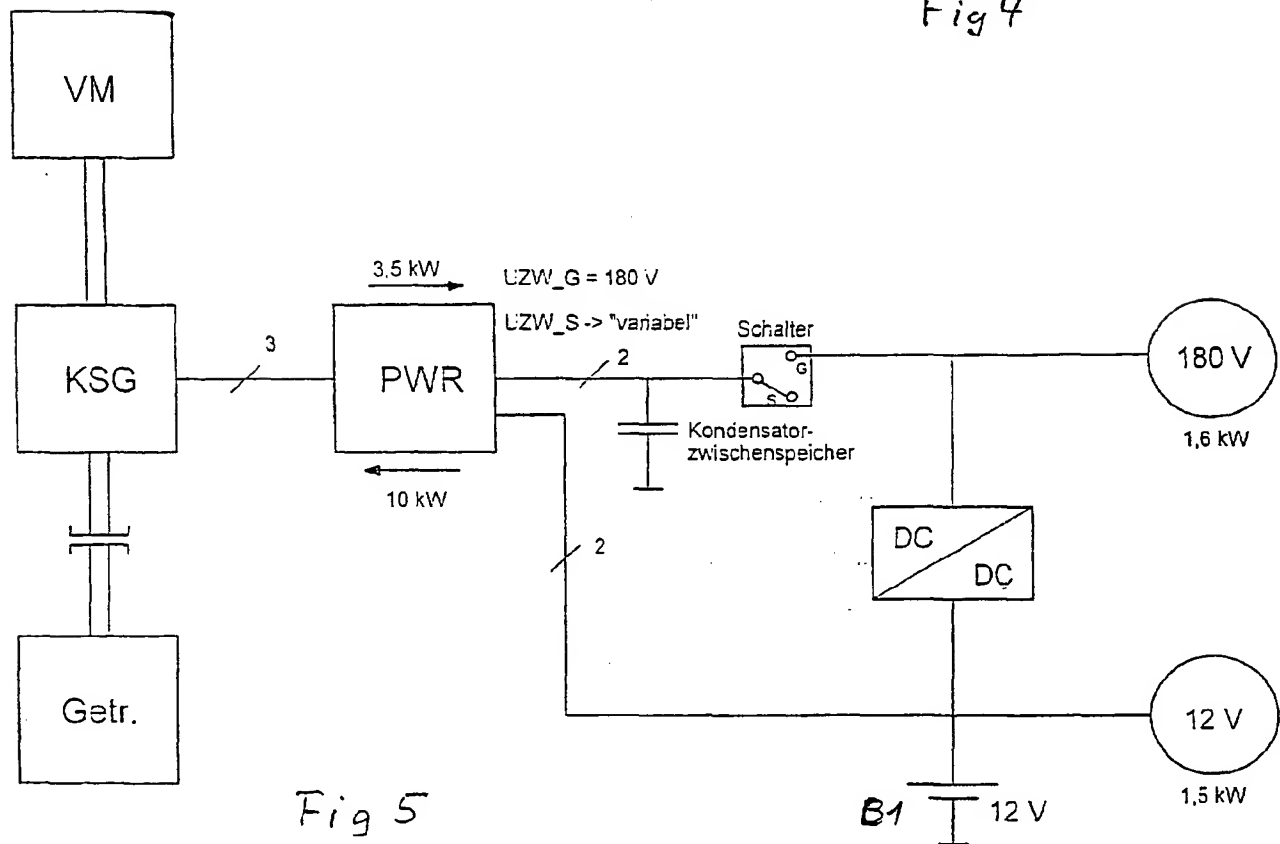


Fig 5



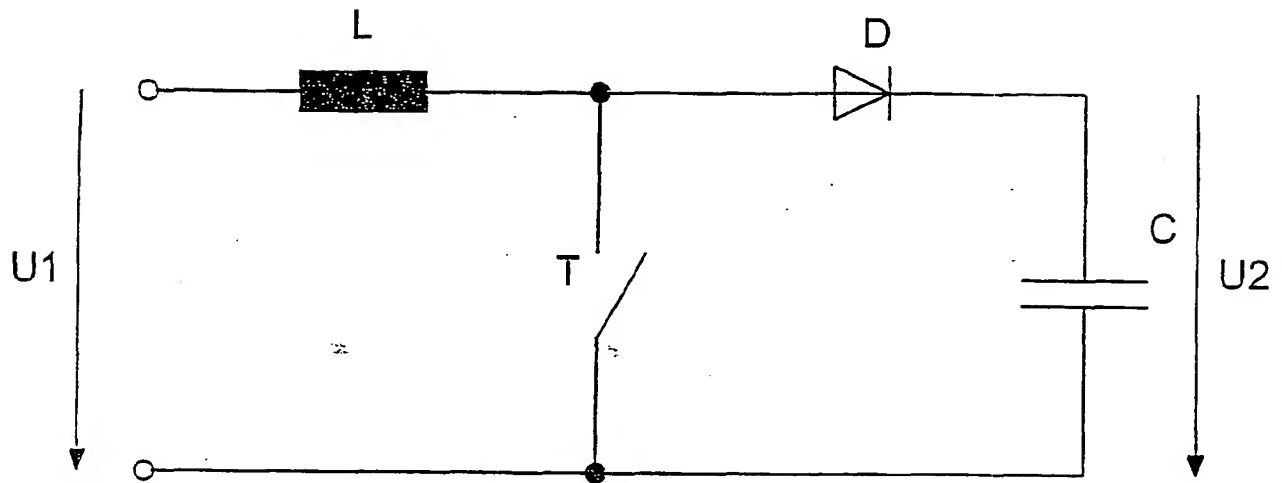


Fig 6

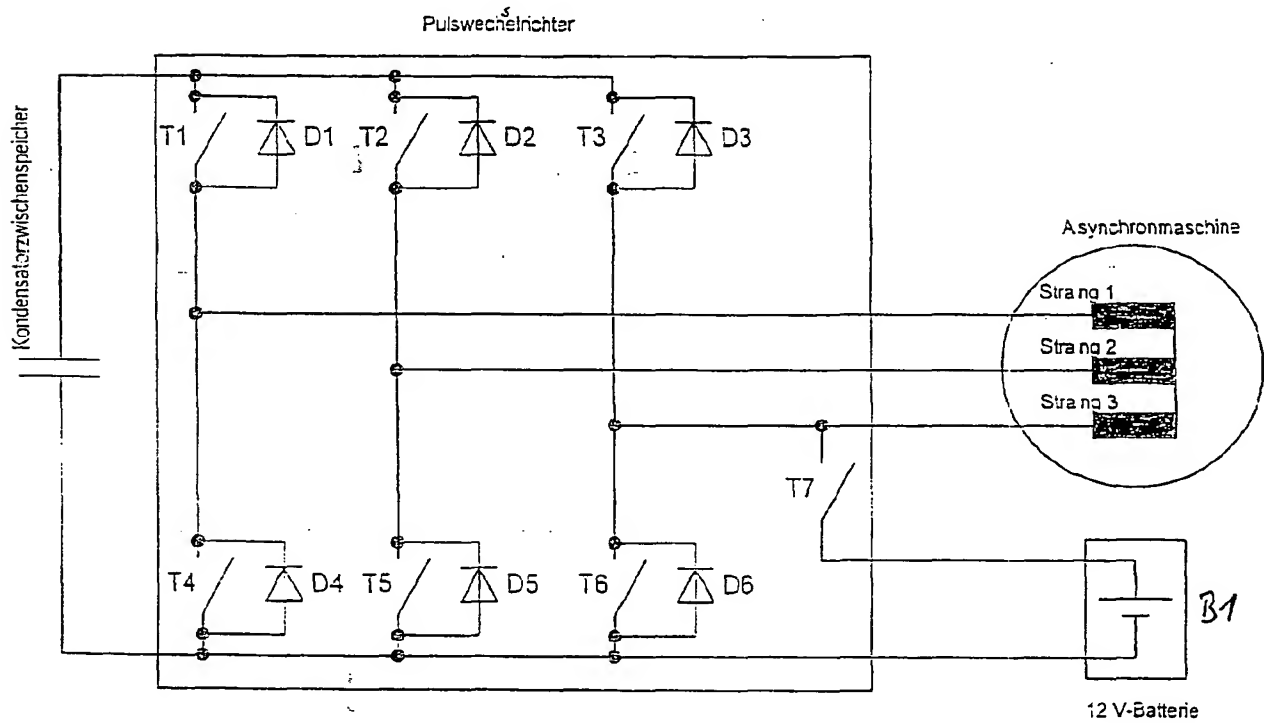


Fig 7

